





## PROCESS AND DEVICE FOR COMPACTING AND SUBSEQUENTLY WELDING ELECTRIC CONDUCTORS





**Patent number:** WO9510866  
**Publication date:** 1995-04-20  
**Inventor:** STEINER ERNST (DE); STROH DIETER (DE); GOETZ HEINZ (DE)  
**Applicant:** SCHUNK ULTRASCHALLTECHNIK GMBH (DE); STEINER ERNST (DE); STROH DIETER (DE); GOETZ HEINZ (DE)  
**Classification:**  
- **International:** **B23K20/10; H01R43/02; B23K20/10; H01R43/02;**  
(IPC1-7): H01R43/02; B23K20/10  
- **European:** B23K20/10; H01R43/02B  
**Application number:** WO1994EP03343 19941011  
**Priority number(s):** DE19934335108 19931014

**Also published as:**

 EP0723713 (A1)  
 US5941443 (A1)  
 EP0723713 (B1)  
 SK283882B (B6)  
 DE4335108 (C1)

more >>

**Cited documents:**

 GB2171945  
 DE3719083  
 EP0286975  
 US4826067

[Report a data error here](#)

**Abstract of WO9510866**

The invention relates to a process and a device for compacting and then welding electric conductors, especially for making through or terminal connections of flexes by means of ultrasound in a compression chamber (10) adapted to the conductor and adjustable for height (h) and width (b), in which the conductors to be welded are first compacted and then welded. The compression chamber is adjustable to a predetermined height-width ratio regardless of the cross section of the conductors to be welded.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



  
**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  <b>H01R 43/02, B23K 20/10</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 95/10866</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. April 1995 (20.04.95)</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP94/03343</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Oktober 1994 (11.10.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:            P 43 35 108.5      14. Oktober 1993 (14.10.93)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>SCHUNK ULTRASCHALLTECHNIK GMBH [DE/DE]; Hauptstrasse 97, D-35435 Wettenberg (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>STEINER, Ernst [DE/DE]; Goldammerweg 26, D-35452 Heuchelheim (DE). STROH, Dieter [DE/DE]; Stettiner Strasse 3, D-35435 Wettenberg (DE). GÖTZ, Heinz [DE/DE]; Burgstrasse 2, D-35287 Amöneburg (DE).</b></p> <p>(74) Anwalt: <b>STOFFREGEN, Hans-Herbert; Salzstrasse 11a, Postfach 21 44, D-63411 Hanau (DE).</b></p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, HU, JP, KP, KR, KZ, LK, LU, LV, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SK, UA, US, UZ, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.            Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </div> </div>		

(54) Title: **PROCESS AND DEVICE FOR COMPACTING AND SUBSEQUENTLY WELDING ELECTRIC CONDUCTORS**

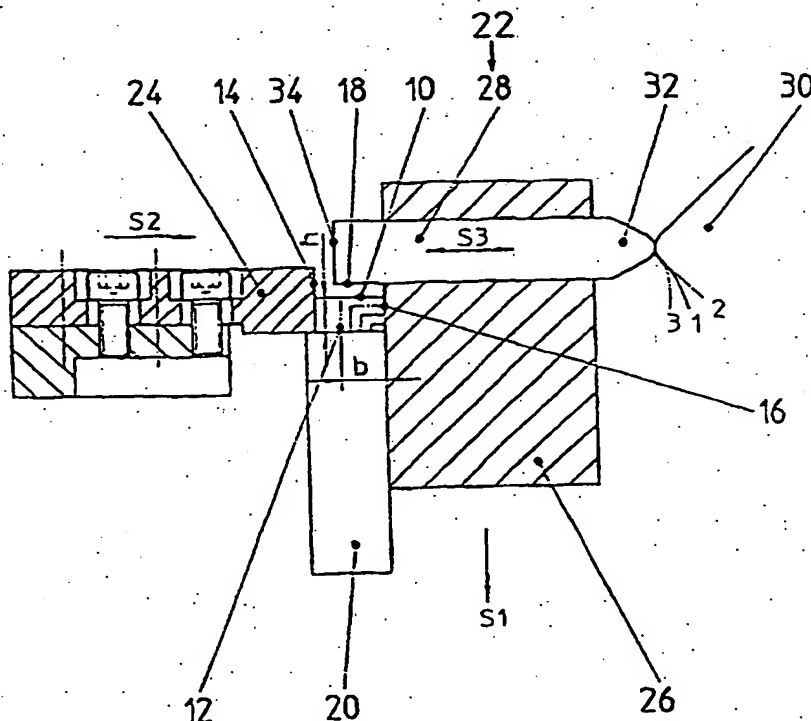
(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM KOMPAKTIEREN UND ANSCHLIESSENDEN SCHWEISSEN VON ELEKTRISCHEN LEITERN**

(57) Abstract

The invention relates to a process and a device for compacting and then welding electric conductors, especially for making through or terminal connections of flexes by means of ultrasound in a compression chamber (10) adapted to the conductor and adjustable for height (h) and width (b), in which the conductors to be welded are first compacted and then welded. The compression chamber is adjustable to a predetermined height-width ratio regardless of the cross section of the conductors to be welded.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, mittels Ultraschall in einem an die Leiter angepaßten, in Höhe (h) und Breite (b) verstellbaren Verdichtungsraum (10), wobei die zu verschweißenden Leiter zunächst kompaktiert und sodann verschweißt werden. Dabei ist der Verdichtungsraum unabhängig vom Querschnitt der zu verschweißenden Leiter auf ein vorgegebenes Höhen-Breiten-Verhältnis einstellbar.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

## Beschreibung

### Verfahren und Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Schweißen von elektrischen Leitern

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, mittels Ultraschall in einem an die Leiter anpassbaren, in Höhe und Breite verstellbaren Verdichtungsraum, wobei die zu verschweißenden Leiter zunächst kompaktiert und sodann verschweißt werden.

Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- und Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode, von der ein Abschnitt eine erste seitliche Begrenzungsfläche eines in Höhe und Breite verstellbaren, im Querschnitt vorzugsweise rechteckförmigen, stirnseitig offenen Verdichtungsraums ist, dessen übrige Begrenzungsflächen Abschnitte einer mehrteiligen Gegenelektrode sind, wobei die Gegenelektrode ein erstes in etwa parallel zu dem Sonotrodenabschnitt verschiebbares, eine in etwa senkrecht zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende (zweite) Begrenzungsfläche bildendes erstes Teil sowie ein parallel zu der zweiten Begrenzungsfläche verschiebbares, eine dritte Begrenzungsfläche bildendes Teil umfaßt, von dem ein etwa parallel zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufender, eine vierte Begrenzungsfläche bildender verschiebbarer Abschnitt ausgeht, der zumindest während des Kompaktierens und des Verschweißens an dem ersten Teil der Gegenelektrode anliegt oder nahezu anliegt, und wobei während des

Kompaktierens das erste und das zweite Teil eine zwangsgekoppelte Bewegung ausüben.

Ein entsprechendes Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist der DE 37 19 083 C1 zu entnehmen. Dabei wird sowohl während des Kompaktierens, also des Vorverdichtens, als auch während des Verschweißens der Verdichtungsraum in seinem Querschnitt verändert. Um die Leiter im gewünschten Umfang zu verschweißen, müssen für jeden Leiterquerschnitt die Schweißparameter individuell eingestellt werden.

Aus der EP 0 208 310 B1 ist ein Verfahren zum Regeln des Prozeßverlaufs zur Qualitätskontrolle beim Ultraschallschweißen von Werkstücken bekannt. Hierzu wird zur Aktivierung der Ultraschallenergie eine Sonotrode einer Ultraschallschweißvorrichtung auf ein auf einem Amboß aufliegendes Werkstück abgesenkt, wobei beim Aufsetzen der Sonotrode auf das Werkstück eine Null-Abgleich erfolgt, um anschließend die Sonotrode zu aktivieren und einen gewünschten Verformungsweg durchfahren zu lassen.

Aus der SU-A 757 337 ist ein Verfahren zum Ultraschallschweißen von thermoplastischen Stoffen bekannt, bei dem über einen unmittelbar an der Sonotrode angebrachten Wegaufnehmer die Einsinktiefe der Sonotrode und damit die Verformung der Werkstücke beim Verschweißvorgang erfaßt wird. Bei Vorzeichenänderung der zweiten zeitlichen Ableitung des Wegsignals wird der Schweißvorgang beendet.

In der DE-OS 2 149 748 wird ein Verfahren, eine Vorrichtung sowie ein System zur Herstellung von Verbindungen zu integrierten Schaltungen beschrieben. Um verbesserte Verbindungen zu erzielen, wird die Krafteinleitung auf ein Werkzeug, aber auch dessen Energiebeaufschlagung durch die über einen Wegaufnehmer ermittelte Deformation der zu verbindenden Teile gesteuert.

Eine Regelung des Schweißvorganges mittels Ultraschall ist aus der FR-A 2 302 172 bekannt, bei dem die Geschwindigkeit der Absinkbewegung einer Sonotrode beim

Schweißvorgang erfaßt, mit vorgegebenen Grenzwerten verglichen und bei Überschreiten einstellbarer Schwellen die Energiezufuhr zur Sonotrode begrenzt wird.

Auch wenn mit Hilfe der bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen versucht wird, Schweißvorgänge zu optimieren, ist es in Abhängigkeit von den zu verschweißenden Teilen erforderlich, Schweißparameter individuell einzustellen, insbesondere dann, wenn Durchgangs- und Endknoten von Litzen mittels Ultraschallschweißens hergestellt werden sollen.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der zuvor genannten Art derart weiterzubilden, daß querschnittsunabhängig ein definiertes Schweißen erfolgen kann, auch dann, wenn in willkürlicher Reihenfolge Leiter unterschiedlicher Querschnitte nacheinander verschweißt werden sollen.

Verfahrensmäßig wird das Problem im wesentlichen dadurch gelöst, daß unabhängig vom Querschnitt der zu verschweißenden Leiter diese auf einen Querschnitt kompaktiert werden, bei dem der Verdichtungsraum ein vorgegebenes Höhen-Breiten-Verhältnis aufweist, und daß in Abhängigkeit von der tatsächlichen Höhe oder Breite oder zumindest einer anderen charakteristischen Größe des Verdichtungsraums zum Verschweißen der Leiter erforderliche Schweißparameter appliziert werden.

Abweichend vom vorbekannten Stand der Technik erfolgt ein selbstregulierender Schweißablauf, der durch eine definierte Kompaktierung der zu verschweißenden Leiter initiiert wird, wobei der Verdichtungsraum am Ende des Verdichtens unabhängig von den zu verschweißenden Leiterquerschnitten ein vorgegebenes Höhen-Breiten-Verhältnis aufweist. Selbstverständlich kann auch ein anderes Maß des Verdichtungsraums zur Bestimmung des Querschnitts des Verdichtungsraums benutzt werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Verdichtungsraum z.B. einen ovalen Querschnitt aufweist oder Sonotrode und zugeordnete einstufige Gegenelektrode kammartig ineinandergreifen.

Nach Abschluß der Vorverdichtung ist es nur noch erforderlich, die tatsächliche Höhe oder Breite des Verdichtungsraums oder ein entsprechendes Maß z. B. mittels eines Wegaufnehmers zu bestimmen, wodurch aufgrund des fest vorgegebenen Höhen-Breiten-Verhältnisses unmittelbar der Querschnitt der verdichteten Leiter vorliegt und somit diesen berücksichtigende Schweißparameter wie Schweißenergie, Schweißamplituden, Schweißzeit und Schweißdruck appliziert werden. Hierzu sind zuvor in Abhängigkeit von den Querschnitten der zu verschweißenden Leiter zugeordnete Schweißparameter in der das Verfahren realisierenden Schweißvorrichtung abgelegt worden, um diese dann für die jeweiligen Schweißvorgänge abrufen zu können.

Aufgrund des erfindungsgemäßen Vorschlages, die Vorverdichtung leiterquerschnittsunabhängig in einem Umfang vorzunehmen, daß die Höhe zur Breite des Verdichtungsraums in einem konstanten Verhältnis steht, ist es nicht mehr erforderlich, die Schweißparameter nach vorheriger Bestimmung der Leiterquerschnitte einzustellen. Vielmehr bedarf es nur noch der Bestimmung der Breite bzw. der Höhe nach Abschluß der Vorverdichtung, um aus diesem Wert unmittelbar die Schweißparameter ableiten zu können.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß nach Abschluß der Kompaktierung der Verdichtungsraum allein senkrecht zur Ultraschall abgebenden und den Verdichtungsraum begrenzenden Sonotrodenfläche verkleinert wird. Hierdurch ergeben sich im Vergleich zu dem der DE 37 19 083 C1 zu entnehmenden Verfahren bessere Schweißergebnisse.

Insbesondere ist ein Verfahren zum Verschweißen von elektrischen Leitern mittels Ultraschall unter Verwendung eines die Leiter aufnehmenden, in seiner Höhe und Breite verstellbaren Verdichtungsraums, von dem eine Begrenzungsfläche von einem Sonotrodenabschnitt einer Ultraschallschweißvorrichtung gebildet wird, durch die Verfahrensschritte gekennzeichnet

- Einlegen der zu verschweißenden Leiter in den Verdichtungsraum,
- Kompaktieren der Leiter in dem Verdichtungsraum bis zu einer vorgegebenen Anpreßkraft bei gleichzeitiger Veränderung des Verdichtungsraums unter Zugrundelegung eines fest vorgegebenen Höhen-Breiten-Verhältnisses,
- Bestimmung der Höhe oder Breite oder zumindest einer anderen charakteristischen Größe des Verdichtungsraums nach Abschluß der Kompaktierung,
- Abrufen von abgelegten Schweißparametern unter Zugrundelegung der Höhe oder Breite bzw. der charakteristischen Größe des Verdichtungsraums,
- Verschweißung der kompaktierten Leiter bei gleichzeitiger Veränderung des Verdichtungsraums ausschließlich in Richtung des Sonotrodenabschnitts oder in Höhe und Breite des Verdichtungsraums und
- Entfernen der Leiter,

Um eine Qualitätsüberwachung und/oder gegebenenfalls Optimierung der Schweißparameter zu ermöglichen, ist des weiteren vorgesehen, daß die tatsächlichen Schweißparameter (Ist-Werte) protokolliert und mit den abgelegten Schweißparametern (Soll-Werte) verglichen werden.

Eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art zur Lösung des der Erfindung zugrundeliegenden Problems zeichnet sich dadurch aus, daß das erste Teil und das zweite Teil der Gegenelektrode derart zwangsgekoppelt sind, daß während des Kompaktierens der Leiter die Höhe und die Breite des Verdichtungsraums in einem fest vorgegebenen Verhältnis zueinander stehen, daß nach Abschluß des Kompaktierens das erste Teil von dem zweiten Teil derart entkoppelt ist, daß eines der Teile während des Verschweißens allein verstellbar ist, wobei vor Beginn des Verschweißens der Abstand zwischen zwei gegenüberliegenden Begrenzungsflächen des Verdichtungsraums erfaßbar ist. Dabei wird vorzugsweise die Höhe und/oder die Breite des Verdichtungsraums über einen Wegnehmer erfaßt.

Um sicherzustellen, daß der Querschnitt des Vorverdichtungsraums hinsichtlich Höhe und Breite das vorgegebene Verhältnis zueinander aufweisen, ist vorgesehen, daß eines der Teile der Gegenelektrode zwangsangetrieben ist, dessen Bewegung auf das andere Teil zu dessen Zwangsbewegung übertragbar ist. Dabei können die Teile der Gegenelektrode getrennt oder über ein gemeinsames Antriebsaggregat antreibbar sein.

Insbesondere kann die Bewegung des einen Teils der Gegenelektrode über einen Hebel übertragbar sein, gegen den das andere Teil vorgespannt ist. Dabei weist der Hebel vorzugsweise die Form eines ungleichschenkligen U's auf, dessen Schwenkachse den Querschlenkel durchsetzt.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß von dem ersten, als Schieber zu bezeichnenden Teil der Gegenelektrode eine Kraft in Richtung des von dem zweiten Teil ausgehenden, in Richtung des ersten Teils kraftbeaufschlagten verschiebbaren Abschnitts wirkt, der entlang eines stationären kurvenförmigen Vorsprungs derart verschiebbar ist, daß bei Verringerung des Abstands zwischen dem Sonotrodenabschnitt und der gegenüberliegenden Begrenzungsfläche während des Kompaktierens der Abstand der verbleibenden Seitenflächen proportional verringerbar ist.

Um sicherzustellen, daß nach Abschließen des Vorverdichtens, also vor Beginn des Verschweißens der Leiter der Verdichtungsraum nur noch in seiner senkrecht zur von der Sonotrode ausgehenden Begrenzungsfläche veränderbar ist, wirkt auf das erste Teil eine Arretierung wie verstellbarer Anschlag ein.

Ein eigenständiger erfinderischer Gedanke, für den losgelöst von dem der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Verfahren Schutz nachgesucht wird, bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode, von der ein Abschnitt eine erste seitliche Begrenzungsfläche eines in Höhe und Breite verstellbaren, stirnseitig offenen Verdichtungsraums ist, dessen übrige Begrenzungsflächen Abschnitte einer

mehrteiligen Gegenelektrode sind, wobei die Gegenelektrode ein erstes zu dem Sonotrodenabschnitt verstellbares, eine in etwa senkrecht zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende zweite Begrenzungsfläche bildendes erstes Teil sowie ein parallel zu der zweiten Begrenzungsfläche verschiebbares, eine dritte Begrenzungsfläche bildendes zweites Teil umfaßt, von dem ein eine in etwa parallel zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende vierte Begrenzungsfläche bildender verschiebbarer Abschnitt wie Nase ausgeht, der zumindest während des Kompaktierens und des Verschweißens an dem ersten Teil der Gegenelektrode anliegt oder nahezu anliegt, wobei zumindest während des Kompaktierens das erste und das zweite Teil eine zwangsgekoppelte Bewegung ausüben, und zeichnet sich dadurch aus, daß das erste und das zweite Teil der Gegenelektrode über einen gemeinsamen Antrieb zwangsgekoppelt verstellbar sind, daß das zweite Teil mit dem Antrieb verbunden und über ein Federelement zu einem in Verstellrichtung des zweiten Teils eine Ablaufläche aufweisenden Element beabstandet ist, an der ein Arm eines mit dem ersten Teil der Gegenelektrode verbundenen und um eine ortsfeste Achse verschwenkbaren Hebels anliegt, daß während des Kompaktierens das zweite Teil der Gegenelektrode zusammen mit dem die Ablaufläche aufweisenden Element bei gleichzeitigem Verschwenken des Hebels über den Antrieb verstellbar ist und daß nach Erreichen einer vorgebbaren Anpreßkraft auf in dem Verdichtungsraum vorhandenen Leiter die zur Beabstandung von dem Federelement hervorgerufene Kraft überwunden und das zweite Teil gegenüber dem Element verstellbar ist. Dabei wird das die Ablaufläche aufweisende Element, an der sich der Hebel mit einem Arm abstützt, vorzugsweise durch einen Keil oder ein Kurvensegment gebildet, der bzw. das sich von der Gegenelektrode weg verjüngt. Alternativ besteht die Möglichkeit, daß die Ablaufläche einen konkaven oder einen konvexen Verlauf oder eine Kombination dieser aufweist.

Der das erste und das zweite Teil der Gegenelektrode zwangsantreibende Antrieb umfaßt in hervorzuhobender Ausgestaltung der Erfindung einen Druckmittelzylinder, dessen Kolbenstange das die Ablaufläche aufweisende Element durchsetzend mit dem zweiten Teil der Gegenelektrode verbunden ist, wobei im Zwischenraum zwischen dem Teil und dem Element das Federelement die Kolbenstange umgibt.

Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt ein proportionales Verschieben der Gegenelektrodenabschnitte beim Kompaktieren der Leiter, da eine Relativbewegung zwischen dem ersten Teil der Gegenelektrode und dem gegenüber diesem federvorgespannten Element, an dem sich der auf das zweite Teil einwirkende Hebel abstützt, zunächst unterbleibt, da diese quasi als Einheit verstellt werden. Erst dann, wenn eine vorgegebene Anpreßkraft über den Druckmittelzylinder auf das vorzugsweise die Nase aufweisende Teil eingeleitet ist, wird die die Gegenelektrode zu dem Teil beabstandende Federkraft überwunden, so daß bei weiterer Krafteinleitung bei feststehendem die Ablauffläche aufweisenden Element die Gegenelektrode zur weiteren Verkleinerung des Verdichtungsraums verschoben werden kann. Da das Element wie Keil bei dieser Bewegung stillsteht, wird der mit dem ersten Teil der Gegenelektrode verbundene Hebel nicht mehr bewegt, so daß die durch das erste Teil vorgegebene Dimension (Breite) des Verdichtungsraums unverändert bleibt.

Durch die Geometrie der Ablauffläche wird beim Kompaktieren das Höhen-/Breitenverhältnis des Verdichtungsraums verändert.

Ferner zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, daß das erste und das zweite Teil der Gegenelektrode über einen gemeinsamen Antrieb zwangsgekoppelt verstellbar sind, daß das zweite Teil eine in dessen Verstellrichtung verlaufende Ablauffläche aufweist und mit dem Antrieb verbunden ist, daß an der Ablauffläche ein Arm eines mit dem ersten Teil verbundenen und um eine ortsfest Achse verschwenkbaren Hebels anliegt, daß während des Kompaktierens das zweite Teil der Gegenelektrode bei gleichzeitigem Verschwenken des Hebels über den Antrieb verstellbar ist, daß das erste Teil gegenüber dem Hebel derart federvorgespannt ist, daß nach Erreichen einer vorgegebenen Anpreßkraft auf in dem Verdichtungsraum vorhandene Leiter das erste Teil der Gegenelektrode von einem weiteren Verschwenken des Hebels entkoppelt und arretierbar ist.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen - für sich und/oder in Kombination -, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines der Zeichnung zu

entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispiels.

Es zeigen:

- Fig. 1        einen Ausschnitt einer Ultraschallschweißvorrichtung einer ersten Ausführungsform mit einem veränderbaren Verdichtungsraum,
- Fig. 2        einen Ausschnitt einer Ultraschallschweißvorrichtung einer zweiten Ausführungsform mit veränderbarem Verdichtungsraum,
- Fig. 3        ein Fließbild eines Verfahrensablauf zum Verschweißen von insbesondere elektrischen Leitern,
- Fig. 4        einen Ausschnitt einer Ultraschallschweißvorrichtung einer dritten besonders hervorzuhebenden Ausführungsform mit einem veränderbaren Verdichtungsraum,
- Fig. 5-6        Ausschnitte weiterer Ausführungsformen von Ultraschallschweißvorrichtungen,
- Fig. 7a-7b    eine vergrößert dargestellte erste Ablaufkurve mit Änderungen des Verdichtungsraums darstellendem Graphen und
- Fig. 8a-8b    eine vergrößert dargestellte zweite Ablaufkurve mit Änderungen des Verdichtungsraums darstellendem Graphen.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt einer Ultraschallschweißvorrichtung dargestellt, soweit ein auf zu verschweißende Leiter einstellbarer Verdichtungsraum (10) betroffen ist. Dabei kann die Ultraschallschweißvorrichtung selbst grundsätzlich einer Konstruktion entsprechen, die dem Gerät RK 2000 oder Minic Automatic der Schunk Ultraschalltechnik GmbH, Wettenberg, entspricht.

Der Verdichtungsraum (10) weist im Ausführungsbeispiel einen rechteckigen Querschnitt auf und ist stirnseitig offen, um durch diesen die zu verschweißenden Leiter zu führen. Verdichtungsräume mit anderen Querschnitten sind selbstverständlich auch denkbar, wie insbesondere mit einem trapezförmigen Querschnitt.

Der Verdichtungsraum (10) wird seitlich von Begrenzungsflächen (12), (14), (16) und (18) umschlossen, die einerseits von einem Abschnitt einer Sonotrode (20) und andererseits von einer mehrteiligen Gegenelektrode (22) wie Amboß begrenzt werden.

Die mehrteilige Gegenelektrode (22) umfaßt einen als erstes Teil der Gegenelektrode bezeichneten Schieber (24), der entlang der von der Sonotrode (12) zur Verfügung gestellten Begrenzungsfläche (12) verschiebbar ist und die seitliche Begrenzungsfläche (14) bildet. Die Bewegungsrichtung des Schiebers (24) ist durch den Pfeil (S2) angedeutet. Dem Schieber (24) gegenüberliegend ist ein zweites Teil (26) der Gegenelektrode (22) angeordnet, welches parallel zur Begrenzungsfläche (14), also senkrecht zu Sonotrodenfläche (12) verschiebbar ist (S1). Das zweite Teil (26) nimmt einen als Nase zu bezeichnenden Abschnitt (28) verschiebbar auf, welche entsprechend dem Pfeil (S3) parallel zur Sonotrodenfläche (12) bewegbar ist.

Um unabhängig von dem Querschnitt der zu verschweißenden Leiter ein selbstablaufendes und kontrolliertes Verschweißen zu ermöglichen, ohne daß die Vorrichtung bzw. die Schweißprarmeter zuvor auf die Querschnitte der zu verschweißenden Leiter einzustellen ist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Verdichtungsraum (10) während des Kompaktierens, also des Vorverdichtens der zu verschweißenden Leiter ein zuvor fest vorgegebenes bzw. vorgegbares Höhen-Breiten-Verhältnis aufweist. Dies soll durch die in der Verdichtungsraum (10) eingezeichneten Rechtecke unterschiedlicher Größen symbolisiert werden. Abweichend von der Darstellung kann das Höhen-Breiten-Verhältnis während des Kompaktierens auch nichtlinear verändert werden (Fig. 7, 8)

Um sicherzustellen, daß das Verhältnis Breite (b) zu Höhe (h) stets den gewünschten Wert während des Vorverdichtens bis zu dessen Abschluß einnimmt, erfolgt eine

Zwangskopplung der Teile (24) und (26) der Gegenelektrode (22) einschließlich deren Nase (28).

Dabei ist entsprechend der Ausführungsform der Fig. 1 der Verstellweg (S2) des Schiebers (24) eine Funktion sowohl des Stellwegs (S1) des senkrecht zur Sonotrodenfläche (12) verschiebbaren Amboßteils (26) als auch des Verstellweges (S3) der Nase (28).

Um diese Zwangskopplung zu erzielen, wirkt die senkrecht zum Verstellweg (S1) verschiebbare Nase (28) einerseits mit dem ersten Teil (24), also dem Schieber (24) der Gegenelektrode (22) und andererseits mit einem kurvenförmigen Abschnitt (30) zusammen, der als Nocken zu bezeichnen ist. Hierzu ist das zugewandte Ende (32) gleichfalls kurvenförmig ausgebildet.

Die Nase (28) ist in Richtung des Schiebers (24) vorgespannt, der seinerseits kraftschlüssig auf die Nase (28) einwirkt, wobei die durch den Schieber gebildete Begrenzungsfläche (14) teilweise an einer parallel hierzu verlaufenden Fläche (34) der Nase (28) anliegt.

Wird das als zweites Teil bezeichnete Amboßteil (26) z.B. pneumatisch in Richtung des Pfeils (S1) verschoben und gleichzeitig der Schieber (24) pneumatisch beigestellt, also kraftschlüssig an die Fläche (34) der Nase (28) angelegt, so wird diese entlang des Vorsprungs (30) verschoben, wodurch zusammen mit der Breitenveränderung des Verdichtungsraums (10) auch dessen Höhe verändert wird, und zwar in einem Verhältnis, daß die Höhe (h) zur Breite (b) stets in einem Verhältnis zueinander stehen, das durch eine Ablaufkurve des Vorsprungs (30) vorgegeben ist, entlang der Nase (32) mit ihrem Endabschnitt (32) verschoben wird. Ist die Ablaufkurve eine Gerade, so ändert sich die Höhe (h) zur Breite (b) im konstanten Verhältnis.

Das Verhältnis von Höhe (h) zur Breite (b) hängt folglich vom Verlauf der aufeinander abgleitenden Flächen von Vorsprung (30) und Endabschnitt (32) ab. Dies soll durch die

mit den Bezugszeichen (1), (2) und (3) bezeichneten Flächen des Nockens (30) angedeutet werden.

Sobald die Vorverdichtung abgeschlossen ist, wird die Höhe (h) und die Breite (b) z.B. mittels eines dem Schieber (24) oder dem zweiten Teil (26) der Gegenelektrode (22) zugeordneten und nicht dargestellten Wegaufnehmers bestimmt, um sodann zuvor abgelegte Schweißparameter wie Schweißenergie, Schweißamplitude, Schweißzeit und Schweißdruck abzurufen und die in dem Verdichtungsraum (10) vorhandenen Leiter zu verschweißen, wobei gleichzeitig die Höhe (h) des Verdichtungsraums (10) verringert wird, ohne daß die Breite (b) kontrolliert verändert wird; denn nach Abschluß der Vorverdichtung wird der im Ausführungsbeispiel Schieber (24) arretiert.

Da die Nase (28) unabhängig von der auf sie über den Schieber (24) einwirkenden Kraft an dem Schieber (24) anliegt, bleibt beim Absenken des zweiten Teils (26) eine flächige Berührung zwischen dem Schieber (24) und der Nase (28) bestehen, so daß die Leiter weiterhin vollständig von den Begrenzungsflächen (12), (14), (16) und (18) des Verdichtungsraums (10) umgeben sind.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 unterscheidet sich von dem der Fig. 1 dahingehend, als daß eine Zwangskopplung zwischen dem Schieber (24) und dem die Nase (28) haltenden zweiten Teil (26) der Gegenelektrode (22) über einen Hebel (36) erfolgt, der die Form eines ungleichschenkligen U's aufweist, dessen Drehachse seinen Querschlenkel (38) durchsetzt. Die entsprechenden Drehpunkte sind mit den Bezugszeichen (1), (2) und (3) versehen, wodurch das Übersetzungsverhältnis der Translationsbewegungen (S1) und (S2) vorgegeben wird. Diese wiederum bestimmen das Verhältnis von Höhe (h) und Breite (b) des Verdichtungsraums.

Der Schieber (24) und das die Nase (28) aufnehmende Teil (26) sind vorzugsweise pneumatisch angetrieben, wobei gleichfalls der Schieber (24) beigeschoben wird. Hierbei dient der Schenkel (39) des Hebels (36) als Anschlag. Auf den anderen vorzugsweise kürzeren Schenkel (37) wirkt zum Verschwenken des Hebels das zweite Teil

(26) der Gegenelektrode (22).

Der Fig. 4 ist eine besonders hervorzuhebende Ausführungsform eines in Höhe und Breite verstellbaren Verdichtungsraums (10) einer Ultraschallschweißvorrichtung zu entnehmen, wobei die vorgeschlagene Zwangskopplung der die Gegenelektrode (22) bildenden ersten und zweiten Teile (24) und (26) mit der Nase (28) einen selbständigen Schutz begründet.

Erfindungsgemäß erfolgt die Zwangskopplung zwischen dem als Schieber bezeichneten ersten Teil (24) und dem senkrecht zur von der Sonotrode (20) gebildeten Begrenzungsfläche (12) des Verdichtungsraums (10) verschiebbaren zweiten Teil (26) über ein einziges Antriebsaggregat in Form eines Druckmittelzylinders wie Pneumatikzylinders (62), dessen Kolbenstange (64) mit dem zweiten Teil (26) verbunden ist. Dabei ist das zweite Teil (26) in Längsrichtung der Kolbenstange (64) zwischen der Sonotrode (20) und einem eine Führungsfläche (65) bildenden Element (66) verschiebbar.

Die Kolbenstange (64) durchsetzt ferner ein eine Ablauffläche oder -kurve aufweisendes Element wie Keil (68), das bzw. der gegenüber dem zweiten Teil (26) der Gegenelektrode (22) über vorzugsweise eine Teller- oder Schraubenfeder (70) beabstandet ist, die seinerseits die Kolbenstange (64) umgibt.

Der Keil (68), der zwischen zwei parallel zueinander verlaufenden Führungsflächen, nämlich der Führungsfläche (65) und gegenüberliegender Führungsfläche (71) in Längsrichtung der Kolbenstange (64) verschiebbar ist, weist eine im Ausführungsbeispiel rampenförmige Ablauffläche (72) derart auf, daß sich der Keil (68) von dem zweiten Teil (26) weg verjüngt.

An der Ablauffläche (72) ist gleitend ein Schenkel (74) eines um eine ortsfeste Achse (76) drehbaren Verbindungselements (78) in Form eines Hebels abgestützt, der die Form eines L's bzw. ungleichschenkligen U's aufweist.

Der dem an der Ablaufkurve (72) entlanggleitende Schenkel (74) gegenüberliegende Schenkel (80) ist dabei starr mit dem Schieber (24) verbunden oder bildet mit diesem eine Einheit. Hierdurch bedingt wird durch Verschwenken des Hebels (78) der Schieber (24) in Richtung des Teils (26) der Gegenelektrode (22) bewegt oder von diesem entfernt, um so den Verdichtungsraum (10) zu schließen bzw. zu öffnen.

Wird die Kolbenstange (64) in den Zylinder (62) zurückgezogen, so bewegt sich das zweite Teil (26) zusammen mit dem Keil (68) in Richtung des Pfeils (S1). Infolgedessen wird der Hebel (78) im Uhrzeigersinn mit der Wirkung verschwenkt, daß der Verdichtungsraum (10) verkleinert wird - und zwar in Höhe (h) und Breite (b). Dabei sind die Abmessungen der einzelnen Elemente derart aufeinander abgestimmt, daß die Fläche (14) des ersten Teils (24) an der Nase (28) beim Kompaktieren der in dem Verdichtungsraum (10) vorhandenen Leitern anliegt.

Aufgrund der von der Feder (70) hervorgerufenen Kraft bewegt sich während des Kompaktierens das zweite Teil (26) und der Keil (68) im gleichbleibenden Abstand zueinander, also als Einheit in Richtung des Pfeiles (S1), so daß proportional zum Absenken der Nase (28) der Schieber (24) in Richtung des zweiten Teils (26) der Gegenelektrode (22) verschoben wird, wodurch die Breite (b) des Verdichtungsraums (10) verringert wird.

Sobald auf die Leiter eine vorgegebene Anpreßkraft erreicht wird, wird die Kraft der Feder (70) bei weiterem Verschieben des Kolbens (64) in Richtung des Pfeils (S1) überwunden, so daß infolgedessen das zweite Teil (26) in Richtung des Keils (68) verschoben wird, ohne daß sich letzterer bewegt. Dies wiederum bedeutet, daß der Hebel (78) nicht mehr verschwenkt wird, so daß infolgedessen der Verdichtungsraum (10) in seiner Breite (b) konstant bleibt, jedoch in seiner Höhe (h) gleichzeitig verringert wird. Gleichzeitig erfolgt das Ultraschallschweißen.

Um die Nase (28) mit dem Schieber (24) verschieben zu können, ist erstere gegenüber dem Grundkörper (zweites Teil) (26) über eine Feder (82) abgestützt. Ferner ist der

Hebel (80) gegenüber einem die Führungsfläche (71) bildenden Element (84) feder-  
vorgespannt.

Erwähntermaßen wird durch die Geometrie der Ablauffläche oder -kurve (72), entlang  
der der Schenkel (74) des Hebels (78) entlanggleitet, beim Kompaktieren das Höhen-  
Breiten-Verhältnis des Verdichtungsraums (10) im gewünschten Umfang verändert.

Sofern es sich bei der Ablauffläche (72) um eine Gerade handelt, ändert sich die Höhe  
(h) zur Breite b) des Verdichtungsraums (10) in einem konstanten, also linearen  
Verhältnis. Es kann jedoch wünschenswert sein, daß das Höhen-Breiten-Verhältnis des  
Verdichtungsraums (10) nicht linear verändert wird, sondern z.B. die Höhenveränderung  
größer als die der Breite und umgekehrt ist. Um dies zu erreichen, kann die Ablaufkur-  
ve (72) Geometrien aufweisen, die in der Fig. 4 mit den Bezugszeichen (88), (90) und  
(92) versehen sind. So ist der Verlauf der Ablaufkurve (88) konkav, die der Ablaufkur-  
ve (90) konvex geformt. Auch kann eine Kombination dieser vorliegen, wie die Ablauf-  
kurve (92) verdeutlicht.

Wie sich der Verlauf der Ablaufkurve auf das Höhen-Breiten-Verhältnis auswirkt, ist  
den Fig. 7 und 8 zu entnehmen. So ist in Fig. 7a in vergrößerter Darstellung das von  
der nicht dargestellten Kolbenstange (64) durchsetzte Element (68) dargestellt, das eine  
der Kurve (88) entsprechende konkave Ablaufkurve (94) besitzt, entlang der das  
Hebeelement (78) gleitet, um den Schieber (24) beim Kompaktieren elektrischer Leiter  
in dem Verdichtungsraum (10) in Abhängigkeit von dessen Höhe (h) in seiner Breite (b)  
zu verstellen.

Gleitet nun der Schenkel (74) entlang der Ablaufkurve (94) in Pfeilrichtung (96), so  
ändert sich das Höhen-Breiten-Verhältnis fortwährend derart, daß mit zunehmendem  
Stellweg, also Verschiebung in Richtung des Pfeils (96) die Breite stärker verringert  
wird als die Höhe. Dies wird durch den Graphen der Fig. 7b verdeutlicht. Dabei ist in  
Fig. 7b die Höhe gegenüber der Breite dargestellt.

In den Fig. 8a bis 8c weist das Element (68) eine konvex verlaufende Ablaufkurve (98) auf. Hierdurch bedingt ändert sich gemäß Fig. 8b die Höhe des Verdichtungsraums (10) stärker als die Breite (b).

Entsprechende Ablaufkurven können auch bei einer Ultraschallschweißvorrichtung vorliegen, die im Ausschnitt und rein prinzipiell der Fig. 5 zu entnehmen ist. Dabei sind in bezug auf die Fig. 4 gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Abweichend vom Ausführungsbeispiel der Fig. 4 wird der Verdichtungsraum (10) von einem Schieber (100) gebildet, der nicht starr mit dem Hebelement (78) verbunden ist, sondern in dessen Längsschenkel (80) verschiebbar angeordnet ist. Wenn das Kompaktieren abgeschlossen ist und der Schweißvorgang beginnt, wird der Schieber (100) arretiert. Analog dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4 wird die Federkraft eines auf den Schieber (100) einwirkenden Federelements (101) überwunden. Dieser Schwellenwert wird auf einen auf den Schieber (10) einwirkenden Antrieb (Verriegelungszyylinder) (102) derart übertragen, daß bei einem weiteren Verschwenken des Hebels (78) der Schieber (100) arretiert wird. Hierdurch wird ebenfalls das die Erfindung prägende Merkmal realisiert, nämlich beim Kompaktieren der elektrischen Leiter den Verdichtungsraum (10) in seiner Höhe (h) und Breite (b) in einem vorgegebenen Verhältnis, das durch die Ablaufkurve (72) vorgegeben wird, zu verändern, wohingegen nach Abschluß des Kompaktierens und Ermittlung des hierfür repräsentativen Wertes des Verdichtungsraums (10) der Verdichtungsraum nur noch in seiner Höhe (h) bei unverrückbarem Schieber (19), also bei unveränderbarer Breite (b) des Verdichtungsraums (10) verändert wird.

Durch die Ausführungsform der Fig. 5 erübrigt sich eine Kopplung zwischen dem die Ablaufkurve (12) aufweisenden Element und dem senkrecht zur Sonotrodenfläche verschiebbaren zweiten Teil der Gegenelektrode. Vielmehr kann das zweite Teil der Elektrode (26) im zum Verdichtungsraum (10) entferntliegenden Bereich die Ablaufkurve (72) aufweisen.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 6 unterscheidet sich von denen der Fig. 4 und 5 dahingehend, daß eine Selbstbestimmung des Querschnitts des Verdichtungsraums unterbleibt. Allerdings kann unter Zugrundelegung von die Fig. 4 prägenden Merkmalen die Höhe des von den Begrenzungsflächen (14), (16) und (18) der Gegenelektroden (24), (26) und (28) sowie der Fläche (12) der Sonotrode (20) begrenzten Verdichtungsraums (10) eine festlegbare Breite unterschreiten kann, da die Schwenkbewegung des Hebelarms (78) durch Anschläge (104) bzw. (106) begrenztbar ist. Hierzu ragt vorzugsweise ein Abschnitt (108) von dem kürzeren Schenkel (74) des Hebelarms seitlich ab, um gegen den Anschlag (104) bzw. (106) dann anzuliegen, wenn die Breite des Verdichtungsraums (10) nicht mehr verändert werden soll. Wird der Kolben (74) sodann weiter zurückgezogen, so wird er allein durch Absenken des zweiten Teils (26) der Gegenelektrode (22) und damit der Nase (28) die Höhe des Verdichtungsraums (10) reduziert, ohne daß die Breite (b) verändert wird.

Um auch die Breite durch die Anschläge (104) bzw. (106) variieren zu können, sind die Anschlagenelemente (104) bzw. (106) exzentrisch gelagert.

Mit der erfindungsgemäßen Lehre können Litzen beliebiger Querschnitte, vorzugsweise im Bereich zwischen 0,35 und 40 mm<sup>2</sup> mittels Ultraschallschweißen zur Bildung von z.B. Durchgangs- oder Endknoten verschweißt werden, wobei eine automatische Querschnittsermittlung erfolgt, über die wiederum zuvor abgelegte Schweißparameter appliziert werden.

Der diesbezügliche Verfahrensablauf ist dem Fließschema der Fig. 3 zu entnehmen.

Zu Beginn wird eine beliebige Litzenkombination in den Verdichtungsraum (10) eingelegt (Schritt (40)). Sodann wird der Ablauf gestartet (Schritt (42)). Der Verdichtungsraum (10) wird geschlossen, wobei Höhe und Breite ein fest vorgegebenes Verhältnis zueinander einnehmen. Höhe und Breite sind dabei von der Art der Kopplung der die Gegenelektrode (22) bildenden Teile (24), (26), (28) und dem diese verbindenden Kopplungsmechanismus (30), (32) bzw. (36) abhängig. Nach Schließen des Schweiß-

werkzeuges (Schritt (44)) und Beenden des Kompaktierens (Schritt (46)) wird aus der Geometrie des Verdichtungsraums (10), der allein durch Kenntnis der Höhe bzw. der Breite oder einer anderen spezifischen Größe bestimmt wird, der Verdichtungsquerschnitt ermittelt und passend hierzu werden die zuvor in der Vorrichtung abgelegten Schweißparameter wie Druck, Zeit und Amplitude appliziert (Schritt (48)). Gleichzeitig wird eine weitere Bewegung des Seitenschiebers (24) unterbunden. Hierzu wird der Seitenschieber (24) arretiert wie verriegelt (Schritt (50)). Sodann wird die Schweißung durchgeführt (Schritt (52)), wobei die Höhe (h) verringert wird.

Selbstverständlich bestünde auch die Möglichkeit, beim Schweißen sowohl die Höhe (h) als auch die Breite (b) des Verdichtungsraums (10) zu variieren.

Um eine Qualitätsüberwachung zu ermöglichen bzw. gegebenenfalls die gemäß Schritt (48) vorgegebenen Schweißparameter zu optimieren, werden die Ist-Werte der verschweißten Leiter, also Schweißparameter wie z.B. Differenzmaß, Schweißmaß oder Energie ermittelt (Schritt (54)).

Abschließend wird das Schweißwerkzeug geöffnet (Schritt (58)), um die verschweißten Leiter zu entnehmen (Schritt (60)). Sodann können in dem Verdichtungsraum (10) erneut zu verschweißende Litzen eingelegt werden, ohne daß deren Querschnitt zuvor bekannt sein muß.

## Patentansprüche

### Verfahren und Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Schweißen von elektrischen Leitern

1. Verfahren zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, mittels Ultraschall in einem an die Leiter angepaßten, in Höhe (h) und Breite (b) verstellbaren Verdichtungsraum (10), wobei die zu verschweißenden Leiter zunächst kompaktiert und sodann verschweißt werden,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß unabhängig vom Querschnitt der zu verschweißenden Leiter diese auf einen Querschnitt kompaktiert werden, bei dem der Verdichtungsraum (10) ein vorgegebenes Höhen-Breiten-Verhältnis aufweist, und daß anschließend in Abhängigkeit von der tatsächlichen Höhe oder Breite oder zumindest einer anderen charakteristischen Größe des Verdichtungsraums zum Verschweißen der Leiter erforderliche Schweißparameter appliziert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß nach Abschluß der Kompaktierung der Verdichtungsraum (10) senkrecht zur Ultraschall abgebenden und den Verdichtungsraum begrenzenden Sonotrodenfläche (12) verkleinert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kompaktierung bei einer unabhängig von dem Querschnitt der zu verschweißenden Leiter festgelegten Anpreßkraft beendet wird.
4. Verfahren zum Verschweißen von elektrischen Leitern mittels Ultraschall unter Verwendung eines die Leiter aufnehmenden, in seiner Höhe (h) und Breite (b) verstellbaren Verdichtungsraums (10), von dem eine Begrenzungsfläche (12) von einem Sonotrodenabschnitt einer Ultraschallschweißvorrichtung gebildet wird,  
gekennzeichnet durch  
die Verfahrensschritte
- Einlegen der zu verschweißenden Leiter in den Verdichtungsraum (10),
  - Kompaktieren der Leiter in dem Verdichtungsraum bis zu einer vorgegebenen Anpresskraft bei gleichzeitiger Veränderung des Verdichtungsraums unter Zugrundelegung eines fest vorgegebenen Höhen-Breiten-Verhältnisses,
  - Bestimmung der Höhe (h) oder Breite (b) oder zumindest einer anderen charakteristischen Größe des Verdichtungsraums nach Abschluß der Kompaktierung,
  - Abrufen von abgelegten Schweißparametern unter Zugrundelegung der Höhe oder Breite bzw. der charakteristischen Größe des Verdichtungsraums,
  - Verschweißen der kompaktierten Leiter bei gleichzeitiger Veränderung des Verdichtungsraums ausschließlich in Richtung des Sonotrodenabschnitts oder in Höhe und Breite des Verdichtungsraums und
  - Entfernen der verschweißten Leiter.
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die tatsächlichen Schweißparameter protokolliert werden.

6. Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode (20), von der ein Abschnitt eine erste seitliche Begrenzungsfläche (12) eines in Höhe und Breite verstellbaren, im Querschnitt vorzugsweise rechteckförmigen, stirnseitig offenen Verdichtungsraums (10) ist, dessen übrige Begrenzungsflächen (14, 16, 18) Abschnitte einer mehrteiligen Gegenelektrode (22) sind, wobei die Gegenelektrode ein erstes in etwa parallel zu dem Sonotrodenabschnitt verschiebbares, eine in etwa senkrecht zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende zweite Begrenzungsfläche (14) bildendes erstes Teil (24) sowie ein parallel zu der zweiten Begrenzungsfläche verschiebbares, eine dritte Begrenzungsfläche (16) bildendes zweites Teil (26) umfaßt, von dem ein eine in etwa parallel zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende vierte Begrenzungsfläche (18) bildender verschiebbarer Abschnitt (28) wie Nase ausgeht, der zumindest während des Kompaktierens und des Verschweißens an dem ersten Teil der Gegenelektrode anliegt oder nahezu anliegt, wobei während des Kompaktierens das erste und das zweite Teil eine zwangsgekoppelte Bewegung ausüben,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß das erste Teil (24) und das zweite Teil (26) der Gegenelektrode (22) derart zwangsgekoppelt sind, daß während des Kompaktierens der Leiter die Höhe (h) und die Breite (b) des Verdichtungsraums (10) in einem fest vorgegebenen Verhältnis zueinander stehen; und daß nach Abschluß des Kompaktierens das erste Teil von dem zweiten Teil derart entkoppelt ist, daß eines der Teile während des Verschweißens allein verstellbar ist, wobei vor Beginn des Verschweißens der Abstand zwischen Punkten von zwei gegenüberliegenden Begrenzungsflächen (12, 18; 14, 16) des Verdichtungsraums (10) erfaßbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Höhe (h) und/oder die Breite (b) oder sonstige während des Kompaktierens zueinander verstellbare Meßpunkte des Verdichtungsraums (10) über insbesondere einen Wegaufnehmer erfaßbar sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das erste und das zweite Teile (24, 26) der Gegenelektrode (22) getrennt  
oder über ein gemeinsames Antriebsaggregat (62) antreibbar sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bewegung (S1) eines der Teile (26, 24) der Gegenelektrode (22) auf das  
andere Teil (24, 26) zu dessen Zwangsbewegung (S2) einwirkt, wie übertragbar  
ist.
10. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Bewegung (S1) des einen Teils (26) über einen Hebel (36) übertragbar  
ist, dessen einer Schenkel (39) als Anschlag für die Bewegung des anderen Teils  
(24) dient
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Hebel (36) eine Form eines ungleichschenkligen U's aufweist, dessen  
Schwenkachse (1, 2, 3) seinen Querschinkel (38) durchsetzt.
12. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Teile (24, 26) der Gegenelektrode (22) pneumatisch angetrieben sind,  
von denen eines gegen den als Anschlag dienenden Schenkel (39) des Hebels  
(36) beistellbar ist.
13. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das erste Teil (24) kraftschlüssig an dem von dem zweiten Teil (26) ausge-  
henden, in Richtung des ersten Teils kraftbeaufschlagten verschiebbaren Ab-

schnitt (28) anliegt, der seinerseits entlang eines kurvenförmigen Vorsprungs (30) derart verschiebbar ist, daß bei Verringerung des Abstands zwischen der von der Sonotrode (20) gebildeten Begrenzungsfläche (12) und der gegenüberliegenden Begrenzungsfläche (18) während des Kompaktierens der Leiter der Abstand der verbleibenden Seitenflächen (14, 16) proportional verringerbar ist und umgekehrt.

14. Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode (20), von der ein Abschnitt eine erste seitliche Begrenzungsfläche (12) eines in Höhe und Breite verstellbaren, stirnseitig offenen Verdichtungsraums ist, dessen übrige Begrenzungsflächen (14, 16, 18) Abschnitte einer mehrteiligen Gegenelektrode (22) sind, wobei die Gegenelektrode ein erstes zu dem Sonotrodenabschnitt verstellbares, eine in etwa senkrecht zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende zweite Begrenzungsfläche (14) bildendes erstes Teil (24) sowie ein parallel zu der zweiten Begrenzungsfläche verschiebbares, eine dritte Begrenzungsfläche (16) bildendes zweites Teil (26) umfaßt, von dem ein in etwa parallel zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende vierte Begrenzungsfläche (18) bildender verschiebbarer Abschnitt (28) wie Nase ausgeht, der zumindest während des Kompaktierens und des Verschweißens an dem ersten Teil der Gegenelektrode anliegt oder nahezu anliegt, wobei zumindest während des Kompaktierens das erste und das zweite Teil eine zwangsgekoppelte Bewegung ausüben, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Teil (24, 26) der Gegenelektrode (22) über einen gemeinsamen Antrieb (62, 64) zwangsgekoppelt verstellbar sind, daß das zweite Teil (26) mit dem Antrieb verbunden und über ein Federelement (70) zu einem in Verstelleinrichtung des zweiten Teils eine Ablaufläche (72, 88, 90, 92, 94, 98) aufweisenden Element (68) beabstandet ist, an der ein Arm eines mit dem ersten Teil (24) verbundenen und um eine ortsfest Achse (76) verschwenkbaren Hebels (78) anliegt, wobei während des Kompaktierens das zweite Teil der Gegenelektrode zusammen mit dem die Ablaufläche aufweisenden Element bei

gleichzeitigem Verschwenken des Hebels über den Antrieb verstellbar ist und nach Erreichen einer vorgegebenen Anpreßkraft auf in dem Verdichtungsraum (10) vorhandene Leiter die zur Beabstandung von dem Federelement hervorgerufene Kraft überwunden und das zweite Teil gegenüber dem Element verstellbar ist.

15. Vorrichtung nach zumindest Anspruch (14),  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das die Ablaufläche (72) aufweisende Element (68) ein Keil oder ein Kurvensegment (88, 90, 92, 94, 98) ist, der oder das in Richtung des Verstellwegs (S1) des zweiten Teils (26) der Gegenelektrode (22) verläuft, wobei das Kurvensegment eine konkave oder konvexe Form oder eine Kombination dieser aufweist.
16. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Antrieb (62) einen Druckmittelzylinder umfaßt, dessen Kolbenstange das die rampenförmige Fläche (72) aufweisende Element (68) durchsetzend mit dem einen Teil (26) der Gegenelektrode (22) verbunden ist.
17. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Federelement (70) die Kolbenstange (64) umgibt.
18. Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode (20), von der ein Abschnitt eine erste seitliche Begrenzungsfläche (12) eines in Höhe und Breite verstellbaren, stirnseitig offenen Verdichtungsraums ist, dessen übrige Begrenzungsflächen (14, 16, 18) Abschnitte einer mehrteiligen Gegenelektrode (22) sind, wobei die Gegenelektrode ein erstes zu dem Sonotrodenabschnitt verstellbares, eine in etwa senkrecht zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende

zweite Begrenzungsfläche (14) bildendes erstes Teil (24) sowie ein parallel zu der zweiten Begrenzungsfläche verschiebbares, eine dritte Begrenzungsfläche (16) bildendes zweites Teil (26) umfaßt, von dem ein eine in etwa parallel zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende vierte Begrenzungsfläche (18) bildender verschiebbarer Abschnitt (28) wie Nase ausgeht, der zumindest während des Kompaktierens und des Verschweißens an dem ersten Teil der Gegenelektrode anliegt oder nahezu anliegt, wobei zumindest während des Kompaktierens das erste und das zweite Teil eine zwangsgekoppelte Bewegung ausüben,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

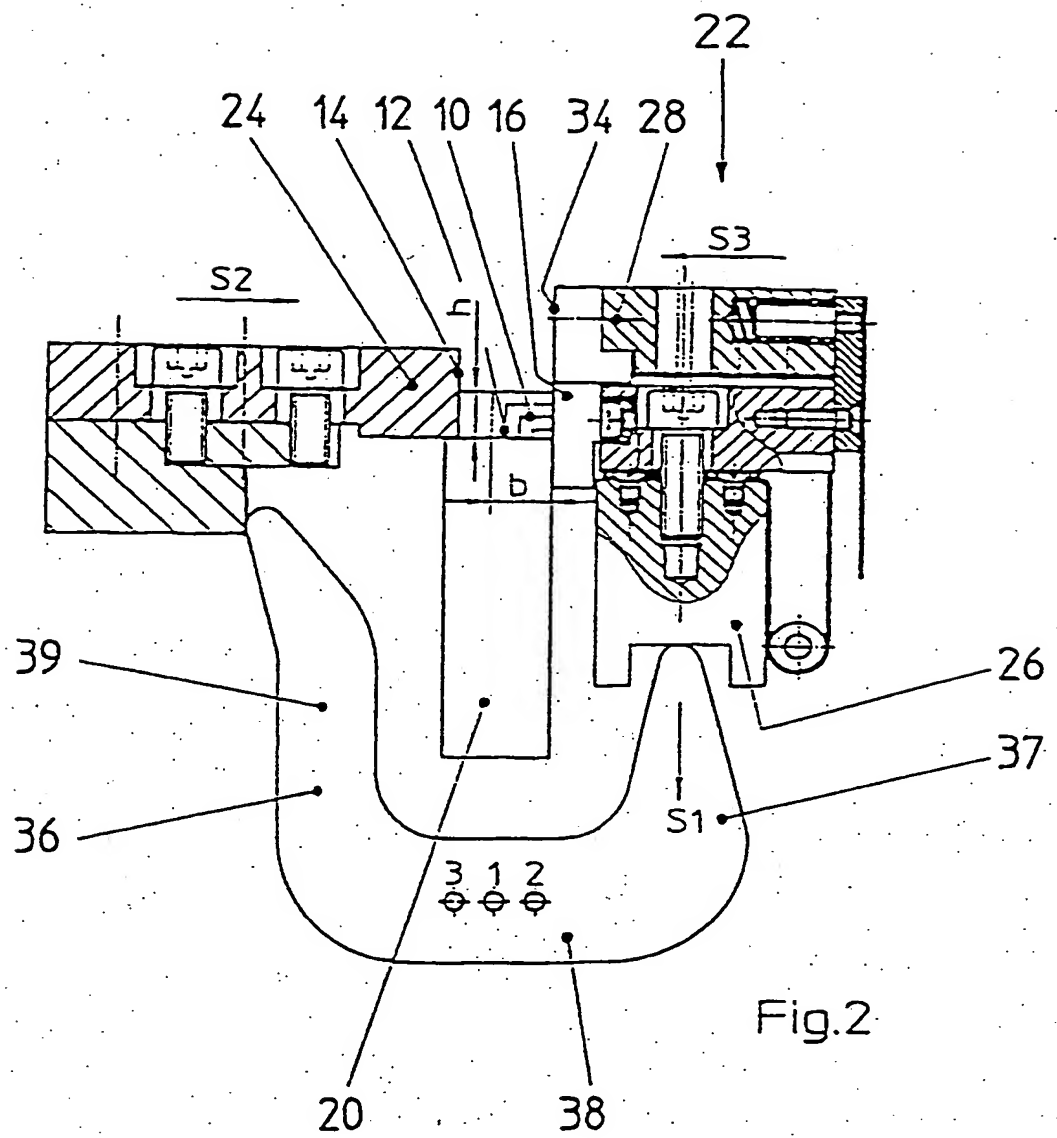
daß das erste und das zweite Teil (24, 26) der Gegenelektrode (22) über einen gemeinsamen Antrieb (62, 64) zwangsgekoppelt verstellbar sind, daß das zweite Teil (26) eine in dessen Verstellrichtung verlaufende Ablauffläche (72, 88, 90, 92, 94, 98) aufweist und mit dem Antrieb verbunden ist, daß an der Ablauffläche ein Arm eines mit dem ersten Teil (24) verbundenen und um eine ortsfest Achse (76) verschwenkbaren Hebels (78) anliegt, daß während des Kompaktierens das zweite Teil der Gegenelektrode bei gleichzeitigem Verschwenken des Hebels über den Antrieb verstellbar ist und nach Erreichen einer vorgegebenen Anpreßkraft auf in dem Verdichtungsraum (10) vorhandene Leiter das erste Teil der Gegenelektrode von einem weiteren Verschwenken des Hebels entkoppelt und arretierbar ist.

19. Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode (20), von der ein Abschnitt eine erste seitliche Begrenzungsfläche (12) eines in Höhe und Breite verstellbaren, stirnseitig offenen Verdichtungsraums ist, dessen übrige Begrenzungsflächen (14, 16, 18) Abschnitte einer mehrteiligen Gegenelektrode (22) sind, wobei die Gegenelektrode ein erstes zu dem Sonotrodenabschnitt verstellbares, eine in etwa senkrecht zu dem Sonotrodenabschnitt verlaufende zweite Begrenzungsfläche (14) bildendes erstes Teil (24) sowie ein parallel zu der zweiten Begrenzungsfläche verschiebbares, eine dritte Begrenzungsfläche (16) bildendes zweites Teil (26) umfaßt, von dem ein eine in etwa parallel zu

dem Sonotrodenabschnitt verlaufende vierte Begrenzungsfläche (18) bildender verschiebbarer Abschnitt (28) wie Nase ausgeht, der zumindest während des Kompaktierens und des Verschweißens an dem ersten Teil der Gegenelektrode anliegt oder nahezu anliegt, wobei zumindest während des Kompaktierens das erste und das zweite Teil eine zwangsgekoppelte Bewegung ausüben,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß das erste und das zweite Teil (24, 26) der Gegenelektrode (22) über einen gemeinsamen Antrieb (62, 64) zwangsgekoppelt verstellbar sind, daß das zweite Teil (26) mit dem Antrieb verbunden und über ein Federelement (70) zu einem in Verstelleinrichtung des zweiten Teils eine Ablauffläche (72, 88, 90, 92, 94, 98) aufweisenden Element (68) beabstandet ist, an der ein Arm eines mit dem ersten Teil (24) verbundenen und um eine ortsfest Achse (76) verschwenkbaren Hebels (78) anliegt, daß während des Kompaktierens das zweite Teil der Gegenelektrode zusammen mit dem die Ablauffläche aufweisenden Element bei gleichzeitigem Verschwenken des Hebels über den Antrieb verstellbar ist und daß in dem Schwenkweg des verstellbaren Hebels ein Anschlag (104, 106) derart angeordnet ist, daß ein weiteres Verschwenken unterbunden und bei weiterhin wirkendem Antrieb das zweite Teil die zur Beabstandung von dem Federelement (70) hervorgerufene Kraft überwunden und das zweite Teil gegenüber dem Element verstellbar ist.





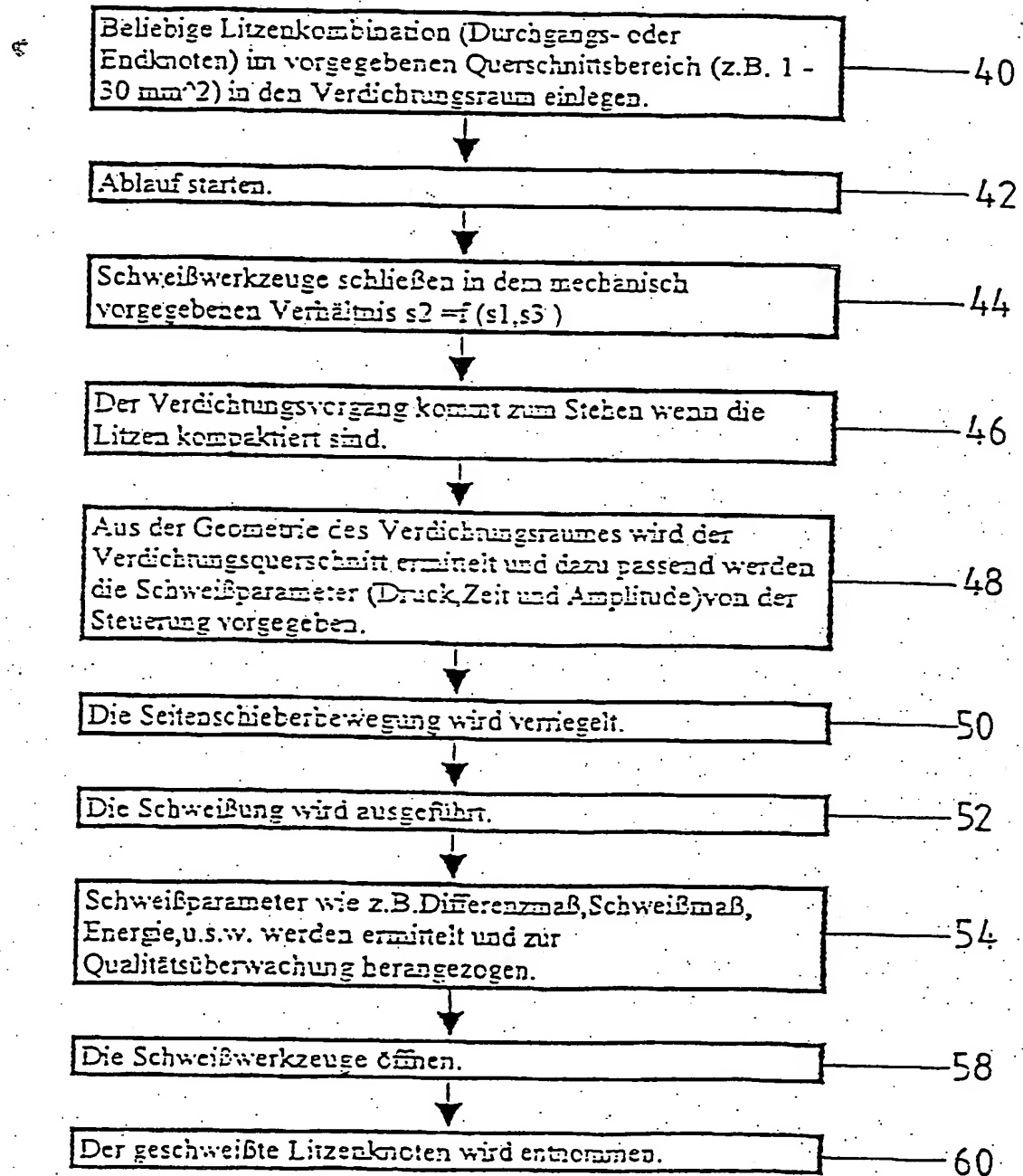
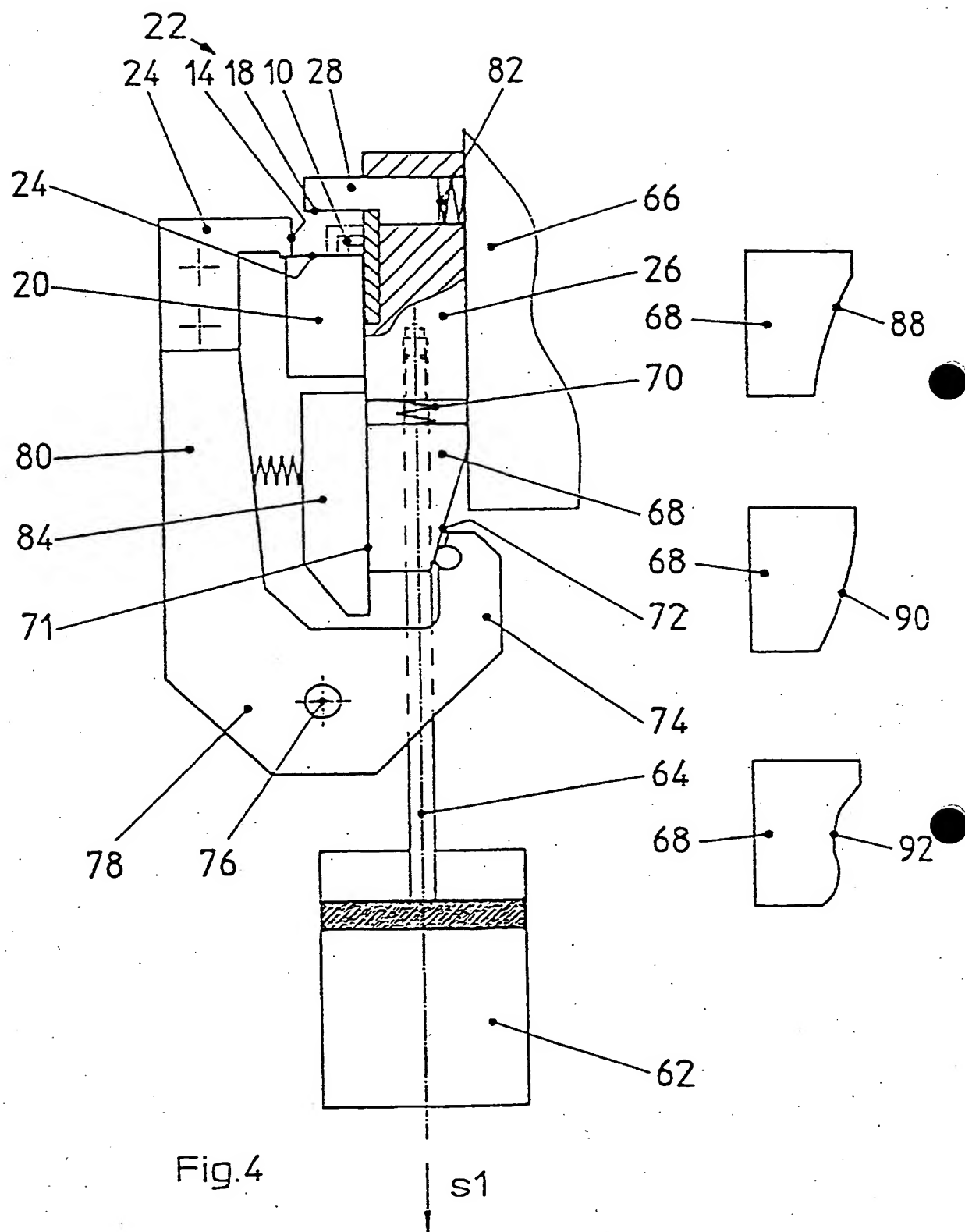
**Ablauf: Schweißen nach automatischer Querschnittsermittlung**

Fig. 3



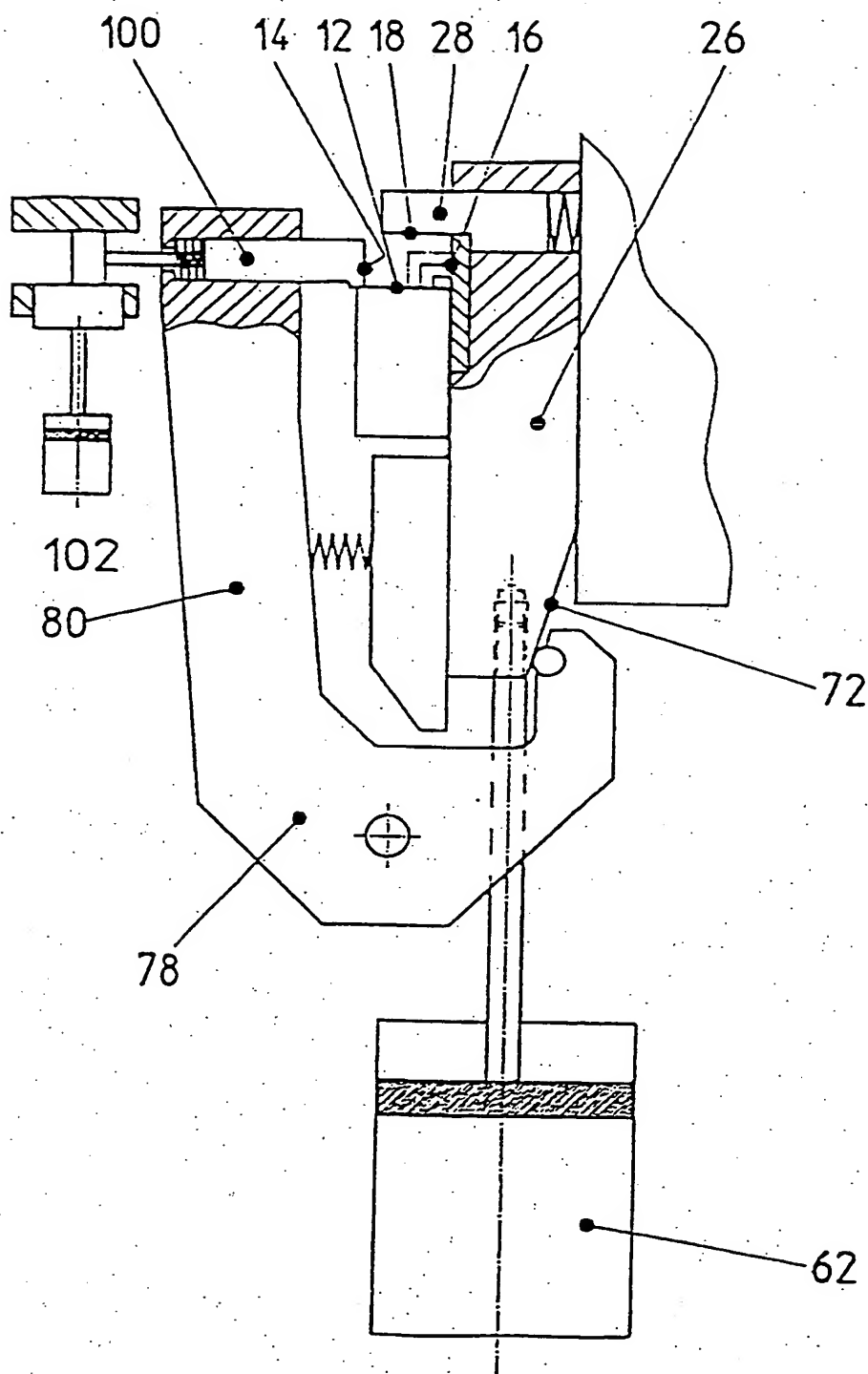
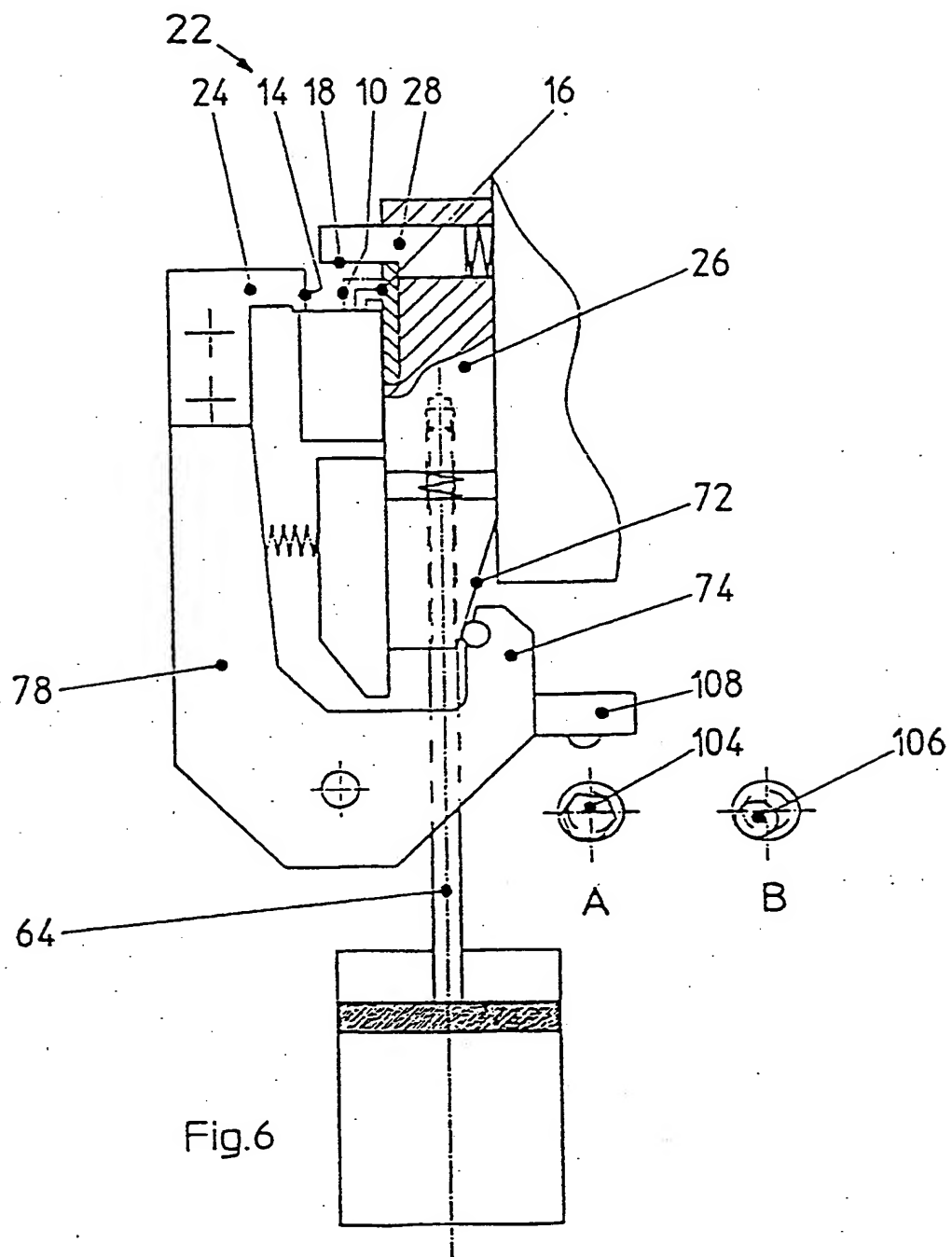


Fig.5.



7/8

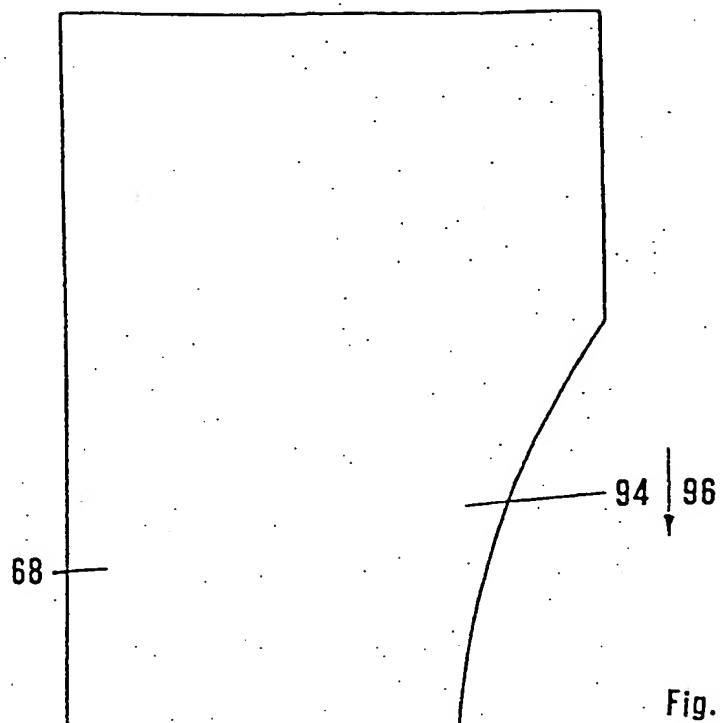


Fig. 7a

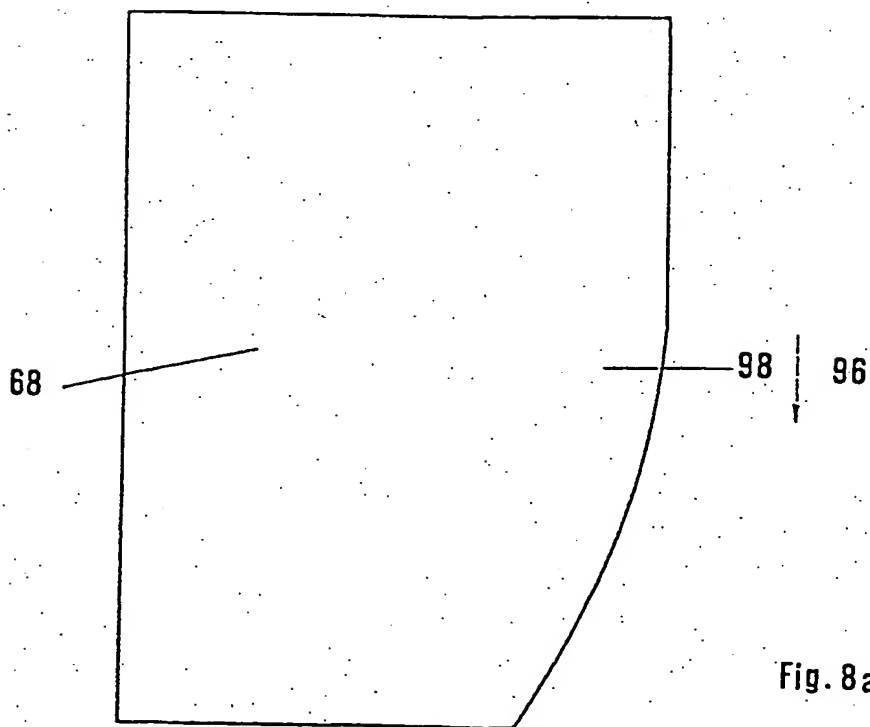


Fig. 8a

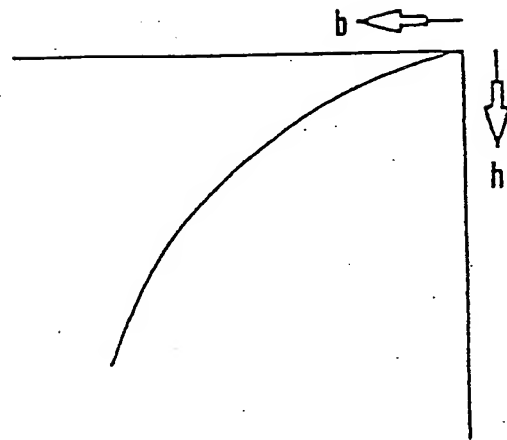


Fig. 7b

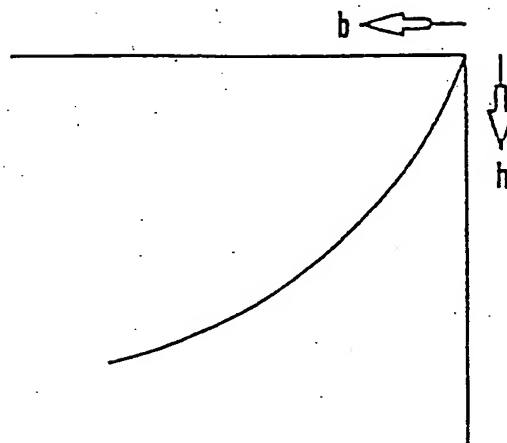


Fig. 8b

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internat Application No  
 PCT/EP 94/03343

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 6 H01R43/02 B23K20/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 6 H01R B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB,A,2 171 945 (STAPLA ULTRASCHALL) 10 September 1986 see abstract; figure 1	1
A	DE,C,37 19 083 (STAPLA ULTRASCHALL) 1 September 1988 cited in the application see abstract; figure 5	1
A	EP,A,0 286 975 (AMERICAN TECHNOLOGY) 19 October 1988 see abstract; figure 2	1
A	US,A,4 826 067 (MECHTRIX) 2 May 1989 see abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 February 1995

Date of mailing of the international search report

15. 02. 95

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Janssens De Vroom, P.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

Internatic Application No  
**PCT/EP 94/03343**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2171945	10-09-86	DE-A- 3508122	11-09-86
		CH-A- 668335	15-12-88
		JP-B- 1043436	20-09-89
		JP-C- 1561417	31-05-90
		JP-A- 61208765	17-09-86
		US-A- 4646957	03-03-87
-----			
DE-C-3719083	01-09-88	DE-C- 3745065	19-05-94
		FR-A- 2616093	09-12-88
		GB-A, B 2205517	14-12-88
		JP-C- 1837761	11-04-94
		JP-A- 63313485	21-12-88
		US-A- 4869419	26-09-89
-----			
EP-A-0286975	19-10-88	US-A- 4799614	24-01-89
		US-A- 4867370	19-09-89
		DE-D- 3886975	24-02-94
		DE-T- 3886975	01-06-94
		JP-A- 1249281	04-10-89
		JP-C- 1658406	21-04-92
		JP-B- 3025272	05-04-91
-----			
US-A-4826067	02-05-89	NONE	
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatio · Aktenzeichen  
PCT/EP 94/03343

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 H01R43/02 B23K20/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 H01R B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB,A,2 171 945 (STAPLA ULTRASCHALL) 10. September 1986 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1
A	DE,C,37 19 083 (STAPLA ULTRASCHALL) 1. September 1988 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung; Abbildung 5 ---	1
A	EP,A,0 286 975 (AMERICAN TECHNOLOGY) 19. Oktober 1988 siehe Zusammenfassung; Abbildung 2 ---	1
A	US,A,4 826 067 (MECHTRIX) 2. Mai 1989 siehe Zusammenfassung -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*A\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Februar 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15. 02. 95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Janssens De Vroom, P.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP 94/03343

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A-2171945	10-09-86	DE-A- 3508122	11-09-86
		CH-A- 668335	15-12-88
		JP-B- 1043436	20-09-89
		JP-C- 1561417	31-05-90
		JP-A- 61208765	17-09-86
		US-A- 4646957	03-03-87
DE-C-3719083	01-09-88	DE-C- 3745065	19-05-94
		FR-A- 2616093	09-12-88
		GB-A, B 2205517	14-12-88
		JP-C- 1837761	11-04-94
		JP-A- 63313485	21-12-88
		US-A- 4869419	26-09-89
EP-A-0286975	19-10-88	US-A- 4799614	24-01-89
		US-A- 4867370	19-09-89
		DE-D- 3886975	24-02-94
		DE-T- 3886975	01-06-94
		JP-A- 1249281	04-10-89
		JP-C- 1658406	21-04-92
		JP-B- 3025272	05-04-91
US-A-4826067	02-05-89	KEINE	